



# Cambios en la función visual debidos al envejecimiento I

Profesora M<sup>a</sup> Cinta Puell Marín  
Máster Optometría y Visión  
Universidad Complutense de Madrid



# Índice

- Introducción
- Visión del color
- Adaptación a la oscuridad
- Campo visual



# Introducción

- Los cambios que ocurren durante la edad adulta **degradan lentamente** la función visual.
  - A veces, **pérdidas más grandes** de las que realmente tienen
  - **Criterio** de respuesta más **conservador**
  - Evitar predisposición en la respuesta

# Introducción

- El envejecimiento normal puede conducir a una degradación de la función visual que se debe distinguir de los efectos de la patología
- Las **diferencias** entre envejecimiento normal y patología precoz, con frecuencia, son **sutiles**
  - Cualquier cambio observado en un ojo anciano se puede considerar que es debido a un envejecimiento normal.
  - En otros casos, el mismo cambio puede ser un proceso de enfermedad



# Introducción

- La **variabilidad** en las medidas aumenta con la edad
  - la gente envejece a diferentes velocidades.
- **¿Cómo afectan los cambios visuales a las actividades diarias?**
  - Muchos ancianos nunca experimentan un impedimento visual significativo y los cambios fisiológicos no interfieren con sus actividades visuales diarias.
  - En otros casos, las personas ancianas tienen dificultades en sus actividades diarias pero no tienen datos demostrables de patología ocular
  - Relaciones complejas entre visión y la capacidad de procesamiento de la información visual



# Introducción

- La mayoría de los mayores con pérdida de visión tienen una AV reducida.
- La dificultad con la lectura o los pasatiempos suele ser el primer problema del que informan
- También puede haber problemas con las tareas a distancia lejana, como ver carteles, conducir o mirar la televisión.
- El reconocimiento de rostros y expresiones también están generalmente afectados.



# Cambios físicos en el sistema visual

- Aumenta la difusión de luz intraocular (scattering)
- Aumenta la absorción de los medios oculares
- Disminuye el diámetro pupilar (miosis)
- Cambios en el cristalino
- Cambios en la retina
- Pérdida celular y cambios en las vías visuales y en la corteza



# Los cambios físicos conducen a la disminución de funciones visuales

- Incremento en el umbral de luminancia absoluto y disminución velocidad de adaptación a la oscuridad
- Pérdida de sensibilidad a longitudes de onda corta
- Disminución de la agudeza visual
- Disminución de la sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales intermedias y altas
- Disminución de la FCF
- Reducción de los campos visuales





# Visión del color

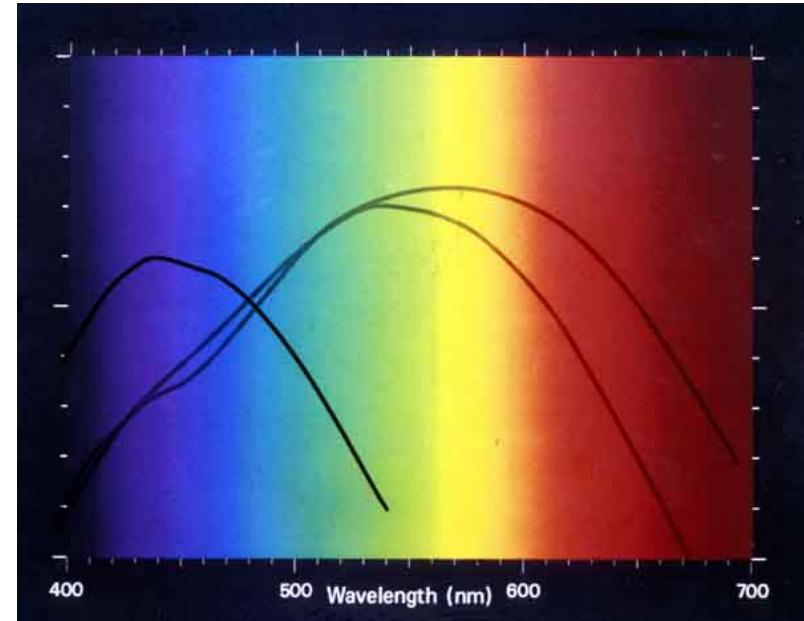
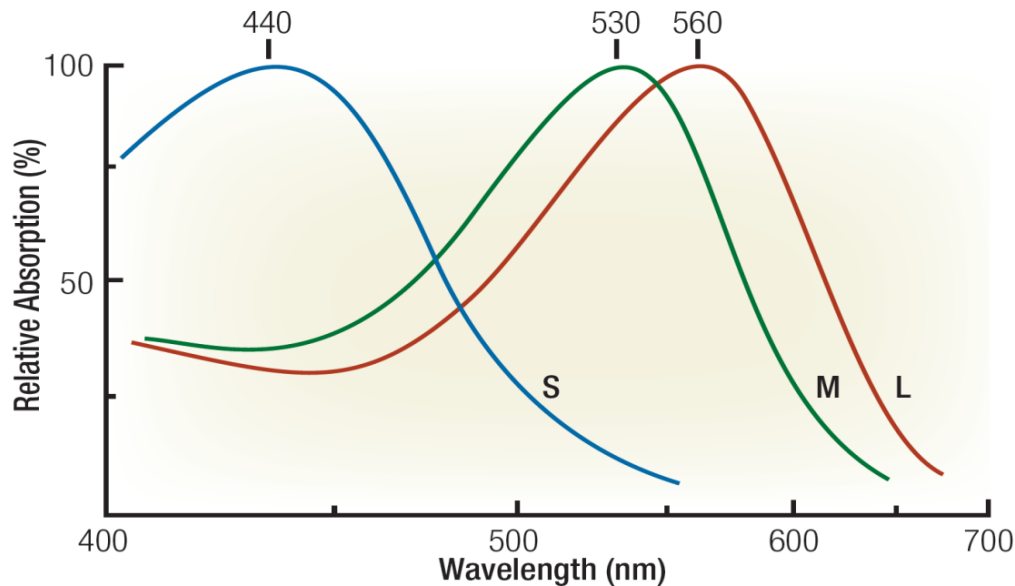
- Nivel fotorreceptores

- ☐ La visión es **tricromática** y está mediada por tres tipos diferentes de conos

- Nivel células ganglionares

- ☐ La información del color se codifica en dos canales de color **oponentes** y un canal de luminosidad

# Tres tipos de conos



- Tres tipos de conos con sensibilidades espectrales diferentes pero solapadas
  - Conos sensibles a  $\lambda$  cortas (S)
  - Conos sensibles a  $\lambda$  medias (M)
  - Conos sensibles a  $\lambda$  largas (L)
- El sistema visual compara las respuestas de las tres clases de conos

# Oponencia cromática

Las señales de los tres tipos de conos interaccionan para formar canales cromáticos y acromáticos (**campos receptores**)

Canal oponente  
rojo-verde



Canal oponente  
azul-amarillo



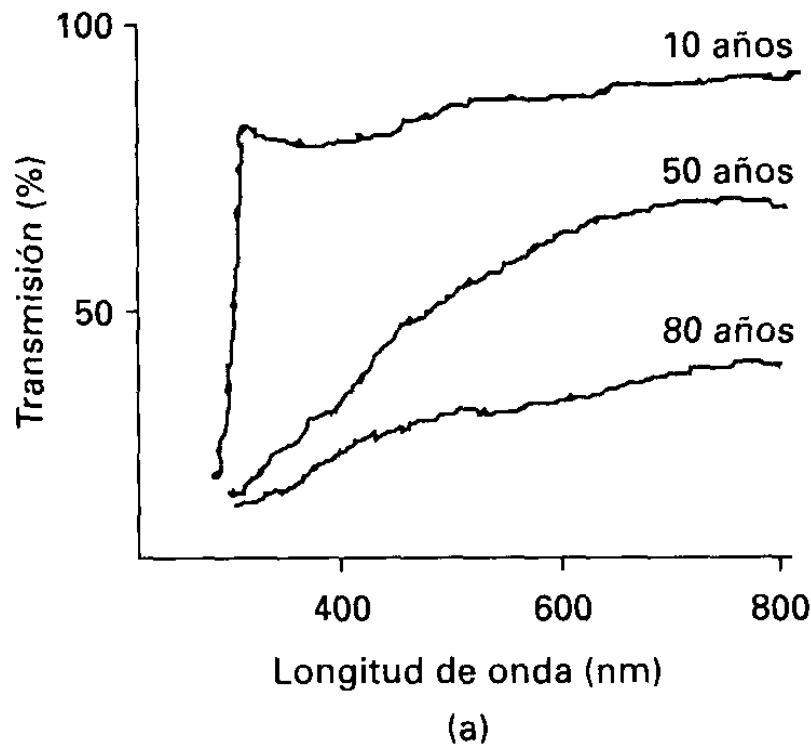
Canal de luminosidad



# Efecto del envejecimiento sobre la visión del color

- La discriminación de color disminuye **progresiva y selectivamente** con el aumento de la edad.
- En mayores de 60 años se observa con más frecuencia un defecto tipo **tritán** (azul-amarillo)
- Cambios responsables
  - absorción medios oculares (amarillamiento cristalino)
  - nivel de receptores (perdida conos S)
  - vías postreceptorales

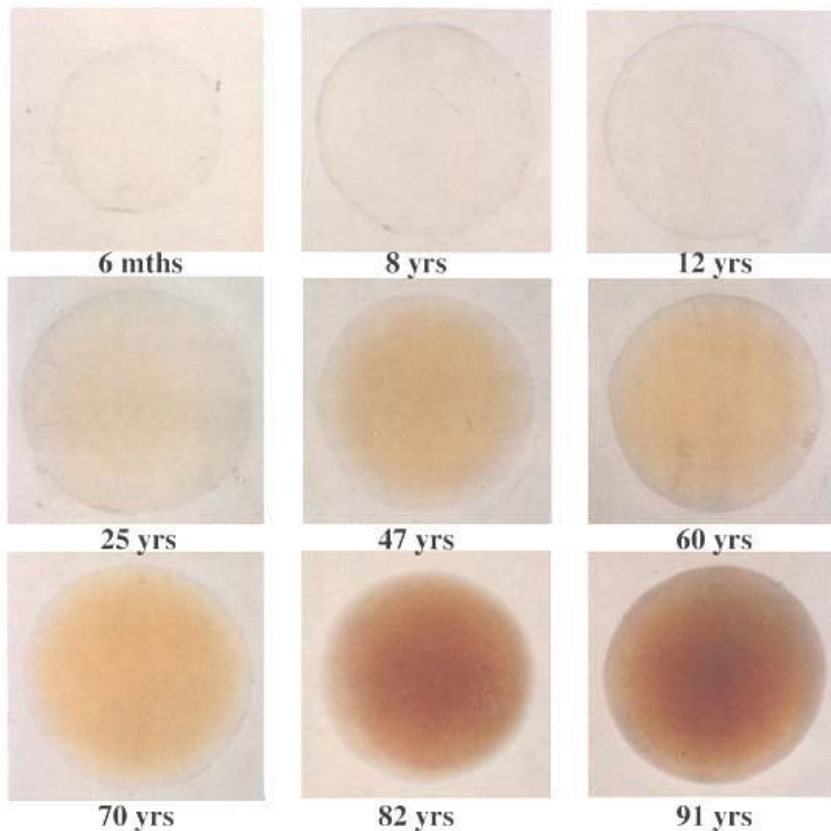
# Envejecimiento del cristalino



- Cristalino niño: transparente a todas las longitudes de onda del visible
- Cristalino mayor: mayor absorción para luz de longitud de onda corta (violeta y azul) que para longitudes de onda intermedias y largas (amarillo, naranja, y rojo)

# Envejecimiento del cristalino

Amarillamiento progresivo del cristalino a lo largo de la vida debido a la absorción de luz



La absorción es proporcionalmente mayor para luz de longitud de onda corta

La percepción de los azules se desplaza hacia los verdes y el blanco hacia el amarillo



# Envejecimiento del cristalino

- El 40% de la pérdida de sensibilidad a luz azul asociada a la edad, se podría explicar por el aumento de la absorción de longitudes de onda corta por parte del cristalino



# Envejecimiento del cristalino

- Efectos en la visión del color:
  - Dificultad en la discriminación del color en la parte azul del espectro visible
  - Los objetos blancos pueden parecer amarillos y los colores vivos azul-verde y verde se pueden confundir,
  - Las diferencias entre gris oscuro y marrón oscuro son menores



# El envejecimiento afecta a la intensidad y distribución espectral del estímulo en retina

- Además, en el cristalino
  - aumento de la dispersión de luz
  - reducción en el nivel luz
  - Se combinan para empobrecer la discriminación cromática
- El tamaño pupilar disminuye con la edad
  - A los 60 años de edad, la **iluminación retiniana** es aproximadamente un tercio de la que era a los 20 años
- Los efectos del amarillamiento del cristalino se acentúan con un tamaño pupilar pequeño ya que dirige la luz a través de la parte central y más gruesa del cristalino



# Cambios en los conos

- La sensibilidad de las tres clases de conos L, M y S, disminuye en con la edad
- Los **conos S** parecen más afectados por los cambios en los medios oculares asociados a la edad que los conos M y L

# Cambios en los conos

- Aproximadamente el 40% de la pérdida de sensibilidad a longitudes de onda corta se atribuye a los medios oculares.
- La **pérdida restante** es secundaria a **cambios en los receptores y/o vía postreceptoral**

# Deficiencias de la visión del color

- discromatopsias congénitas o hereditarias
  - 8% de los hombres
  - 0,4% de las mujeres.
- discromatopsias adquiridas
  - enfermedad y alteraciones oculares y/o sistémicas
  - sustancias tóxicas
  - medicamentos
  - envejecimiento

# Deficiencias de la visión del color

<b>Anomalías visión del color</b>	<b>Adquiridas</b>	<b>Congénitas</b>
Síntomas	Pueden existir	No existen
Simetría	Un ojo más afectado que otro	Bilateral
Sexo	Por igual ambos sexos	Varones >> mujeres
Patología subyacente	Existe (AV y/o campo visual afectados)	No existe
Tipo	Tritan más predominante	Rojo-verde más predominante
Estabilidad/ severidad	Puede variar con el curso de la enfermedad	Constante durante la vida



# Deficiencias de la visión del color

- Defectos protan y deutan
  - hereditarios
  - defectos rojo-verde
- Defectos tritan
  - adquiridos
  - defectos azul-amarillo
- Pérdida general difusa de percepción del color

# Deficiencias de la visión del color adquiridas

## ☐ Enfermedades retinianas

- Generalmente pérdida discriminación azul/amarillo

## ☐ Enfermedades del nervio óptico

- En general pérdida discriminación rojo/verde.
- Pero glaucoma: defecto tipo amarillo/azul



# Deficiencias de la visión del color adquiridas

- Diferentes causas, generalmente asociadas con la edad
  - Medios ópticos del ojo
  - Retina
  - Vías visuales
  - Áreas del cerebro que procesan la información del color
- El tipo de deficiencia cromática depende de la localización y progreso de la patología que esté afectando o destruyendo el mecanismo cromático



# Cataratas

Amarillamiento del cristalino



Simulation of cataract

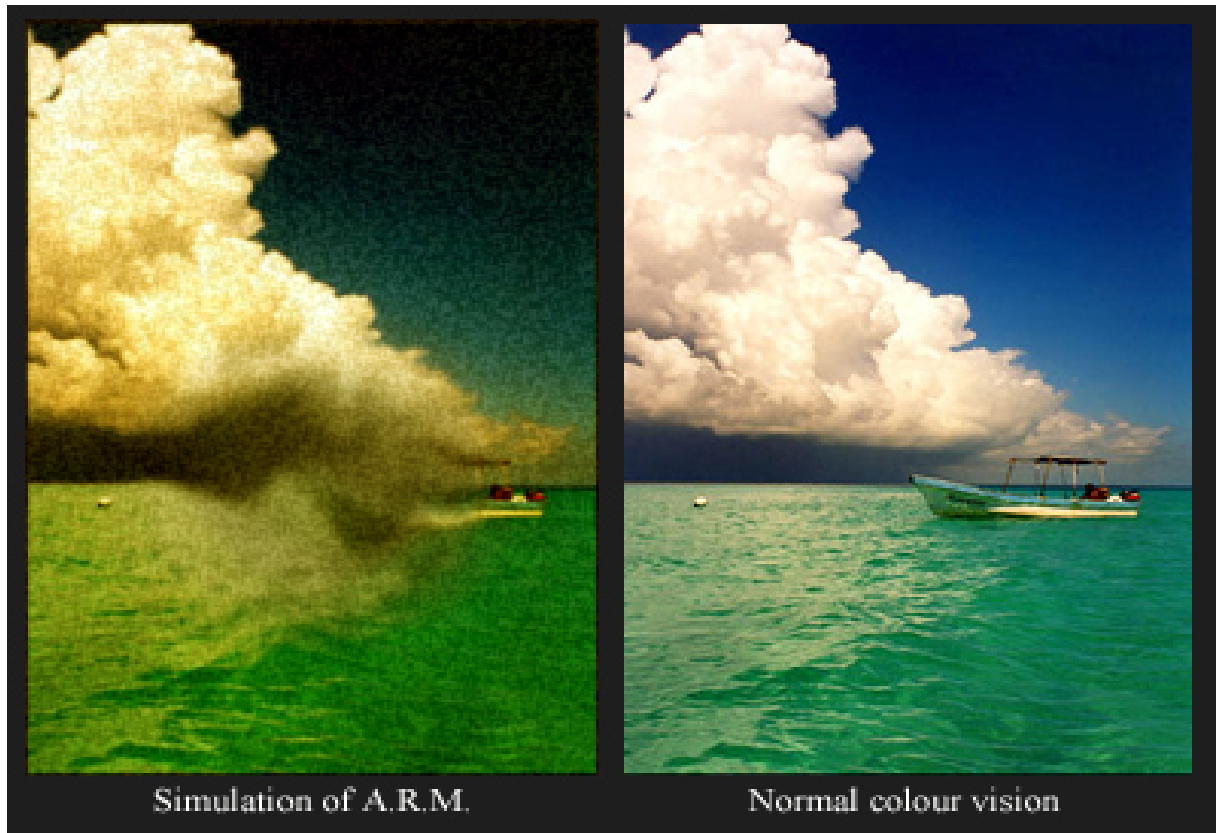


Normal colour vision

# Degeneración macular asociada a la edad

- Drusas asociadas con apoptosis de conos en la macula.
- Pérdida de agudeza y visión del color
- Forma más prevalente de discromatopsia adquirida
- Defecto tipo tritan

Distorsión visual



# Retinopatía diabética

- Causa destacada de ceguera asociada a la edad
- Muerte asociada de conos que perjudica la AV y la visión del color
- Defecto tipo tritan



Patrón difuso e irregular de la pérdida de visión

# Acromatopsia cerebral



- ◆ Lesión en el area responsable del procesamiento de la visión del color (area V4)
- ◆ Conservación de la agudeza visual



# Manejo del paciente mayor

- La persona mayor puede que no reconozca los cambios en su visión del color
- Los cambios pueden ser aparentes cuando los miembros de la familia notan que la persona esta confundiendo los colores de objetos familiares
- El paciente anciano puede tener dificultad en diferenciar algunas pastillas sobre la base del color
  - pastillas verde y azul
  - pastillas verde y amarillo
  - pastillas amarillo y blanco
  - pastillas que tienen diferentes matices de blanco, amarillo, verde, o azul



# Manejo del paciente mayor

- La dependencia en los códigos de color, como puede ser en las etiquetas de los medicamentos, es potencialmente confusa
- Cuidado al seleccionar los colores
- Se recomienda realizar una prueba con el paciente para ver si identifica correctamente las pastillas por sus colores
- No es necesario hacer todas las pruebas con test de color comerciales



# Manejo del paciente anciano

- En pacientes diabéticos con deficiencia al color
- Control del nivel de glucosa en sangre
  - ☐ test de glucosa en sangre
  - ☐ No test de glucosa en orina: dificultad en diferenciar los colores



# Manejo del paciente mayor

- Ligeros cambios en la visión del color pueden ser el primer signo de enfermedad
- Gran variabilidad entre mayores en la percepción del color
- Esto significa que la visión del color de aquellos de más de 55 años se debería examinar a intervalos regulares



# Manejo del paciente anciano

- Después de la extracción monocular del cristalino, la percepción de los colores por parte del ojo normal y del ojo pseudoafáquico es diferente
  - Con la LIO verá el mundo más luminoso y los objetos más claros
  - Pero, entre los ojos habrá diferencias llamativas en la percepción de los colores
- Es necesario educar a los pacientes. No todos entienden los cambios en la visión del color que acompaña a un implante de LIO

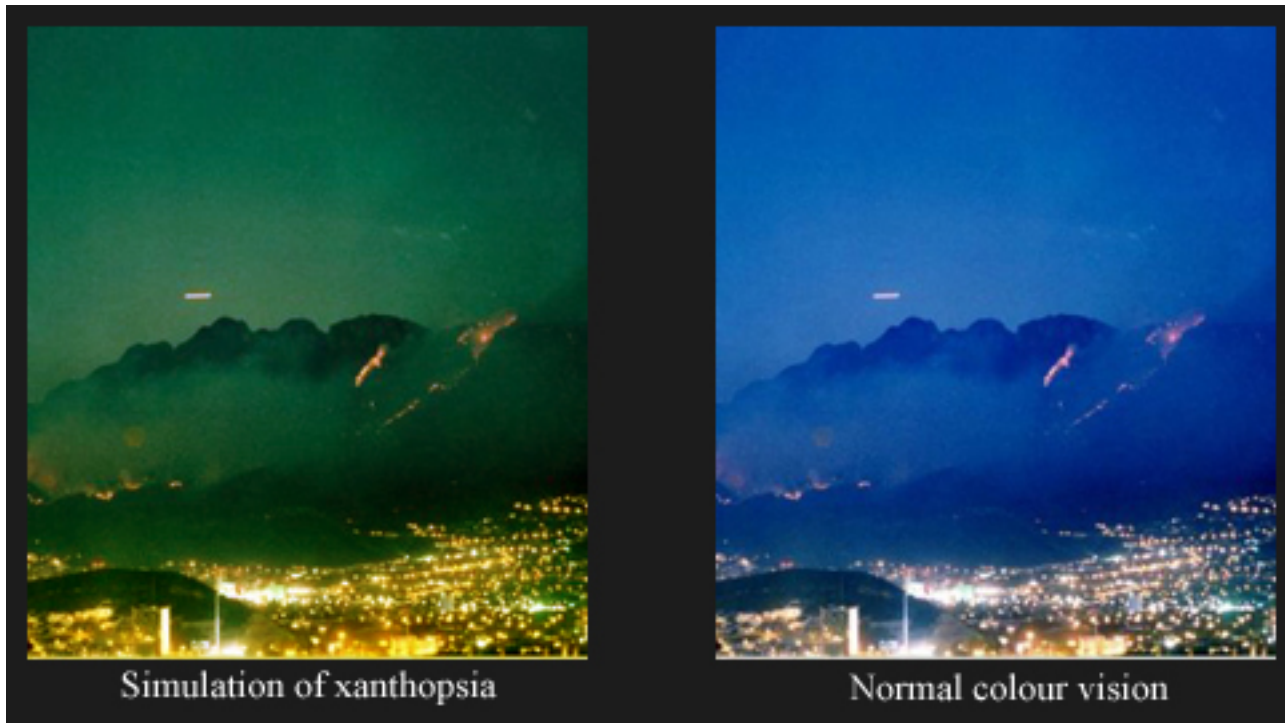
# Cromatopsia

- Distorsión del color
- Mejor percepción de determinados colores
- Cianopsia
  - Percepción azulada de la escena visual
  - Pacientes sometidos a cirugía de cataratas
    - Sustitución del cristalino amarillento por una LIO transparente
    - Percepción reversible
- Xantopsia
  - Predominancia de amarillo en la escena visual debido al amarillamiento de los medios ópticos
  - Inducida por cataratas, digitalis y fluoresceína

# Cromatopsia: cianopsia



# Cromatopsia: xantopsia

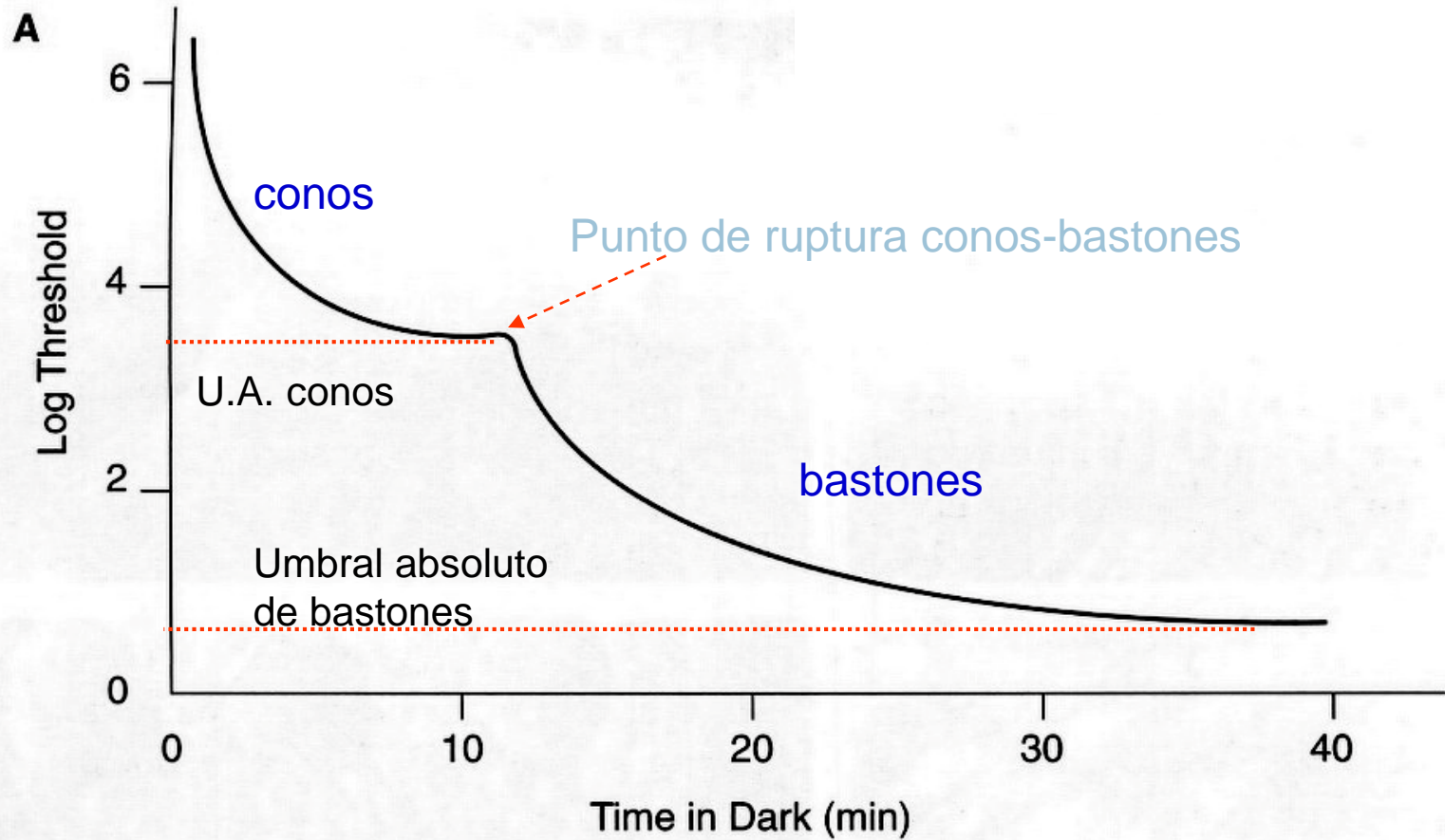


# Adaptación a la oscuridad

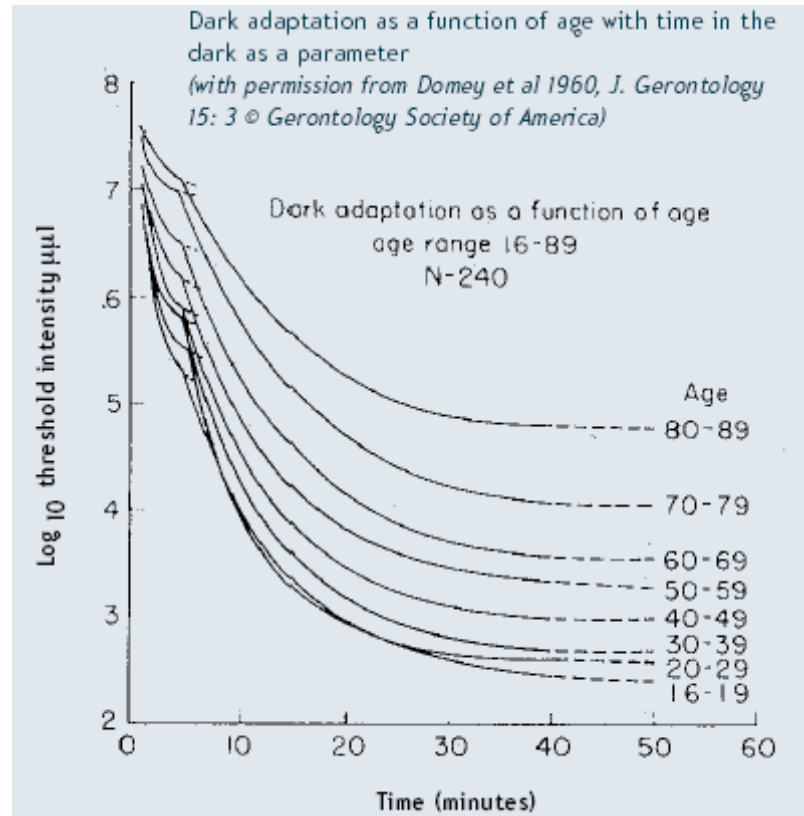
- Los mayores tienden a experimentar más dificultades visuales con la adaptación a la oscuridad que con la adaptación a la luz.
- Además, alteraciones en la adaptación a la oscuridad en enfermedades de retina asociadas a la edad
  - DMAE
  - Retinosis pigmentaria
  - Glaucoma
  - Diabetes

# Adaptación a la oscuridad

Recuperación de la sensibilidad luminosa en la oscuridad



# Efecto de la edad en la dinámica de adaptación a la oscuridad



Dinámica de recuperación de la sensibilidad luminosa en la oscuridad después del blanqueamiento de los fotopigmentos

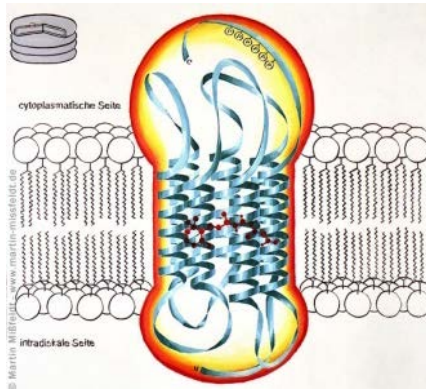


# Mecanismos de adaptación a la oscuridad

- Mecanismo bioquímico:
  - regeneración de los fotorreceptores conos y bastones
- Mecanismo neuronal:
  - variación tamaño del campo receptor



# Mecanismo bioquímico



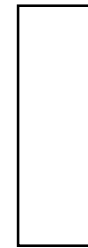
La rodopsina (color púrpura) **se blanquea** (transparente) cuando se expone o absorbe luz



Blanqueamiento



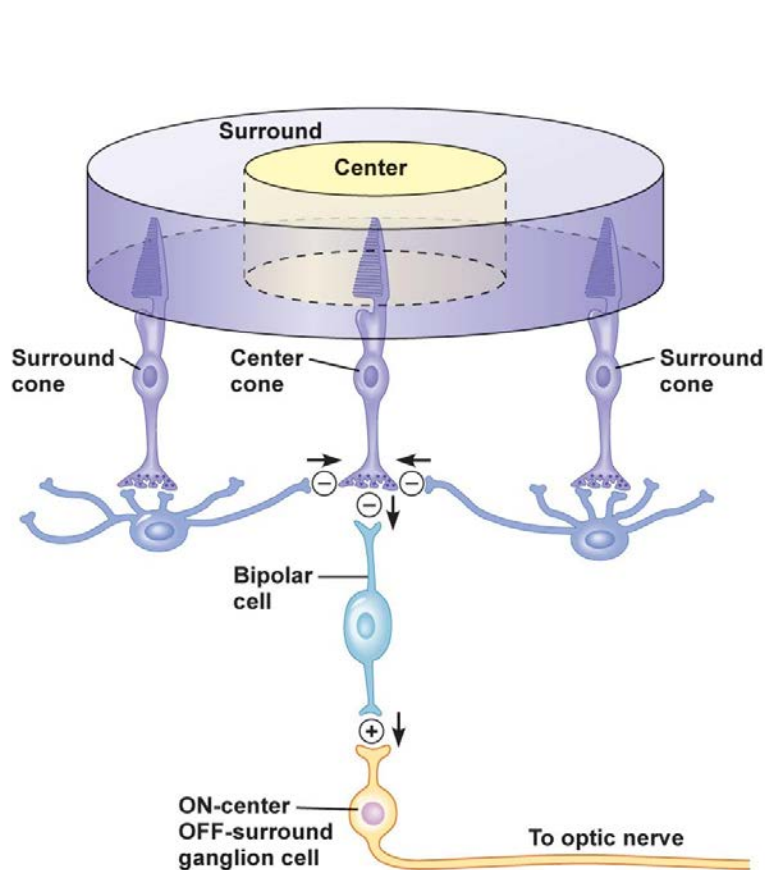
Regeneración



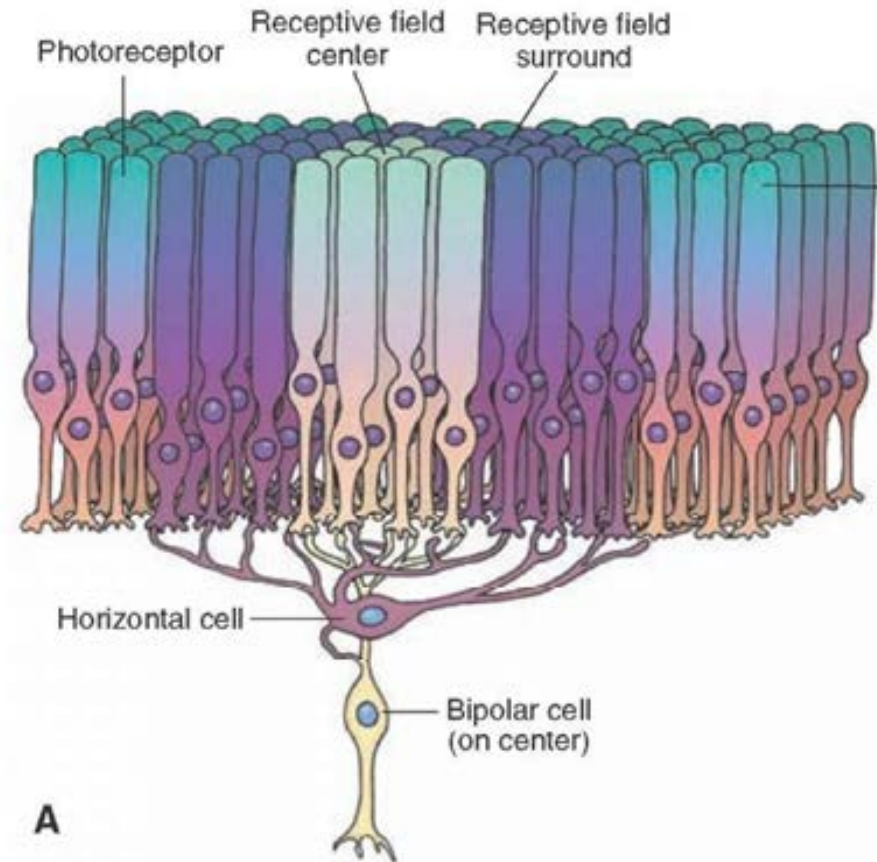
# Mecanismo neuronal

Adaptación neuronal rápida

Aumento del tamaño del campo receptor



© 2011 Pearson Education, Inc.

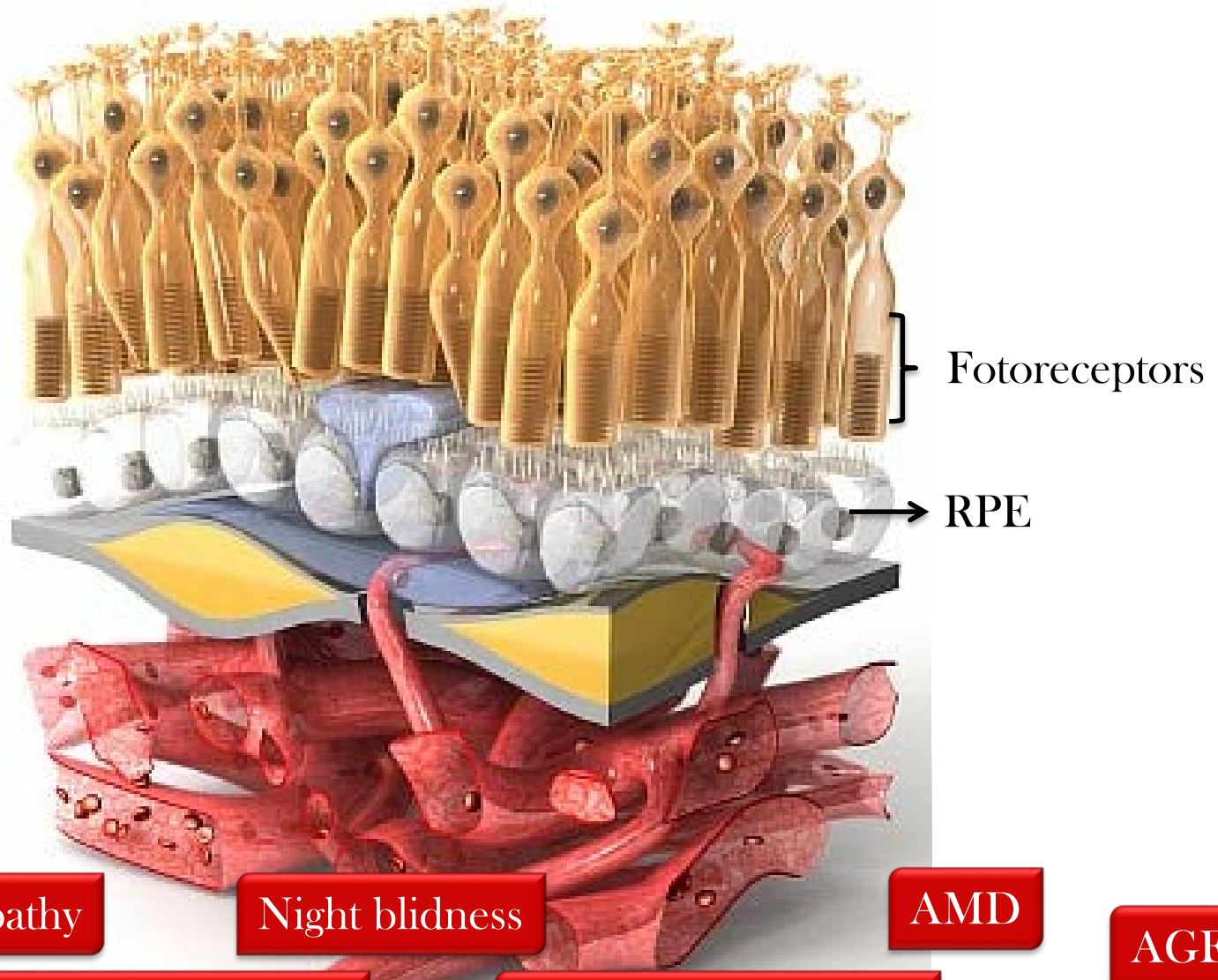


# Adaptación a la oscuridad

- Los **umbrales absolutos** (final de la curva) **aumentan** con la edad (**peor sensibilidad**)
  - Causa: pérdida de bastones
- La **velocidad** de adaptación a la oscuridad es más **lenta**
  - Menor velocidad de regeneración de la rodopsina (aumento del tiempo de regeneración)
  - Incremento de la anchura de la membrana de Bruch y alteración en el EPR. Dificulta difusión de nutrientes desde coroides hacia FR.
- Factores ópticos que pueden afectar a la medida de la AO
  - Disminución en el diámetro pupilar
  - Aumento en la densidad óptica del cristalino

↓ Capacidad de regeneración de pigmentos

Velocidad de adaptación a la oscuridad ↓



Diabetic retinopathy

Night blindness

AMD

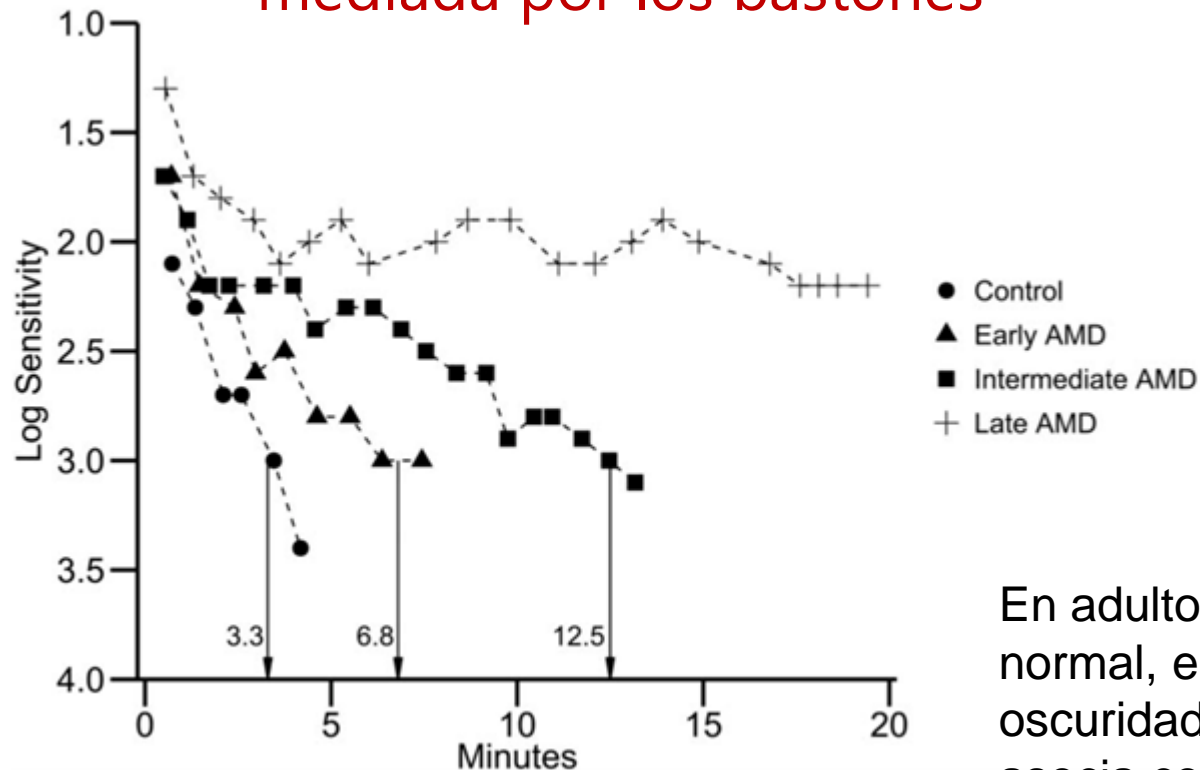
AGE

Retinitis pigmentosa

Vitamin A Deficiency

# Degeneración macular asociada a la edad

## Adaptación a la oscuridad mediada por los bastones



Laíns et al. *Retina* 2018; 38:1145–55.

En adultos mayores con salud macular normal, el retraso de la adaptación a la oscuridad mediada por los bastones se asocia con la aparición de DMAE precoz al cabo de 3 años.  
Owsley et al 2016



# Adaptación a la oscuridad

- Dificultades experimentadas por el mayor
  - Aumenta la posibilidad de lesiones causadas por caídas mientras caminan por zonas poco iluminadas, incluso en entornos familiares

# Campo visual

- El tamaño del campo visual y la sensibilidad luminosa periférica disminuyen con la edad
  - Mucha de la información visual que es crítica para las actividades diarias proviene de fuera de la región foveal
  - La visión periférica es importante para muchas funciones y es crítica para:
    - atención visual
    - guía de los movimientos oculares hacia sucesos visuales importantes
    - estabilidad postural
    - movilidad

# Campo visual

- Las personas que tienen pérdida de campo visual periférico a menudo desconocen el defecto
  - Glaucoma
  - Accidente cerebrovascular
- La pérdida del campo visual puede tener implicaciones
  - Actividades de conducción
  - Riesgo de caídas

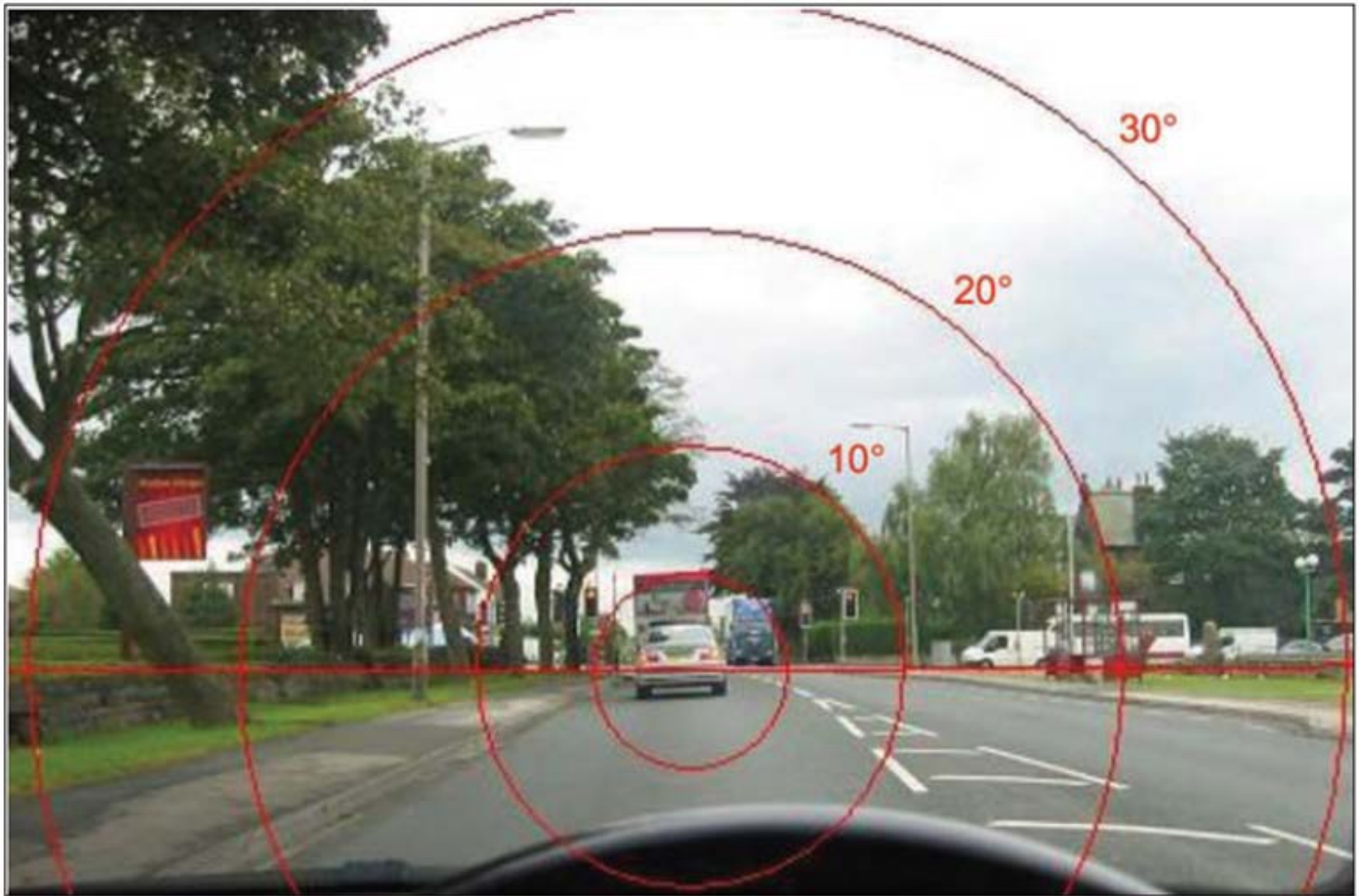






# Campo visual

- Una prueba de campo visual de confrontación rápida, realizada con los dos ojos del paciente abiertos, puede detectar la pérdida de campo visual periférico bruto.
- Muchas de las intervenciones para la prevención de las caídas se concentran en problemas de AV central, pero la pérdida de campo periférico aumenta el riesgo de caídas y el riesgo de lesiones causadas por las caídas.



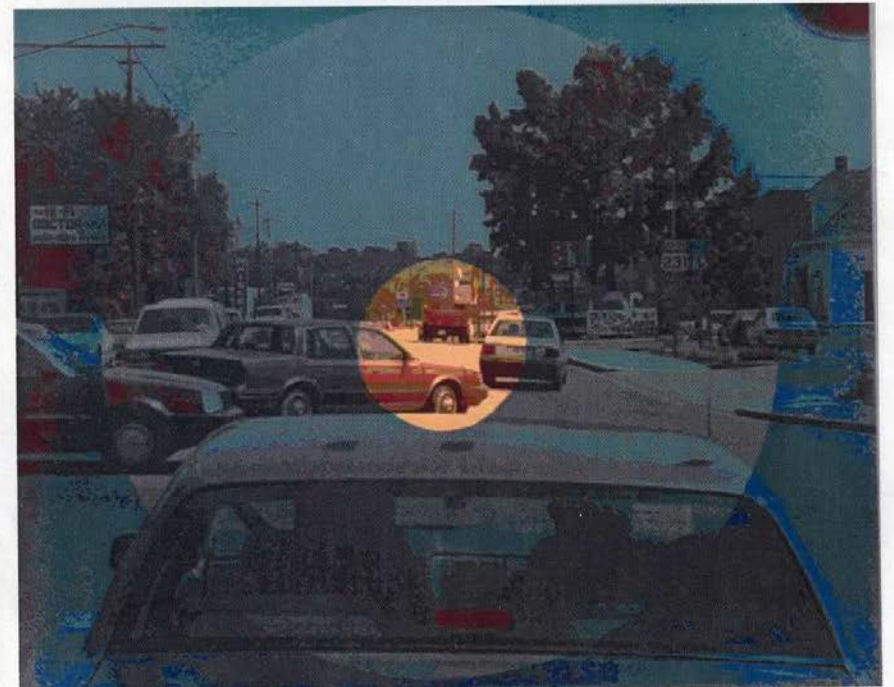
Áreas del campo visual importantes funcionalmente mientras se conduce



# Campo de visión útil (UFOV, useful field of view)

- Es el área de la cual se puede extraer información visual, en una sola mirada sin mover los ojos o la cabeza.
- Es una prueba de atención visual que también es sensible a la discapacidad visual.
- Los límites del área se ven afectados por:
  - Función sensorial visual
  - Capacidad de procesamiento más lento
  - Dificultad para dividir la atención.
  - Dificultad para ignorar la distracción.





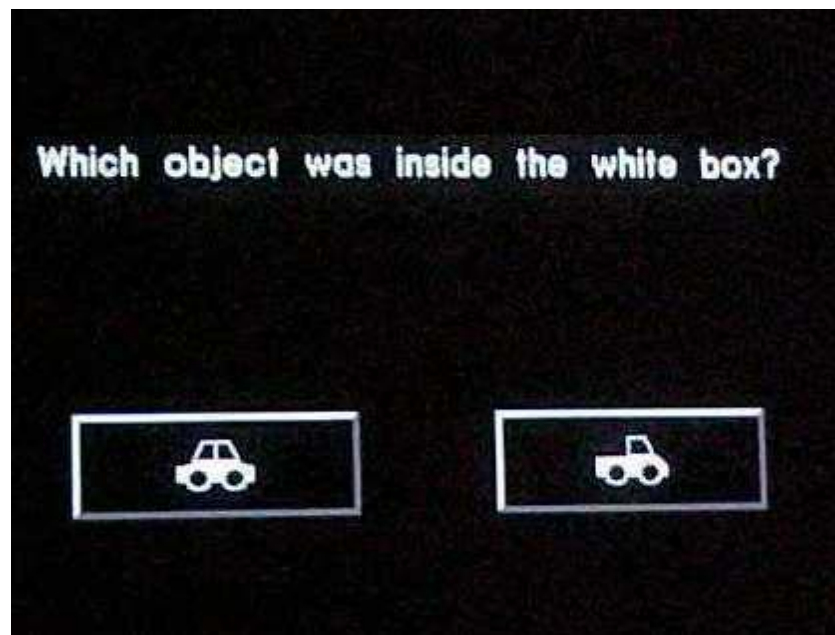




## Welcome to UFOV Test 1

This exercise will measure how fast you can identify a single object.

Touch continue for a demonstration



## Welcome to UFOV Test 2

This exercise will measure how fast you can divide your attention between two objects.

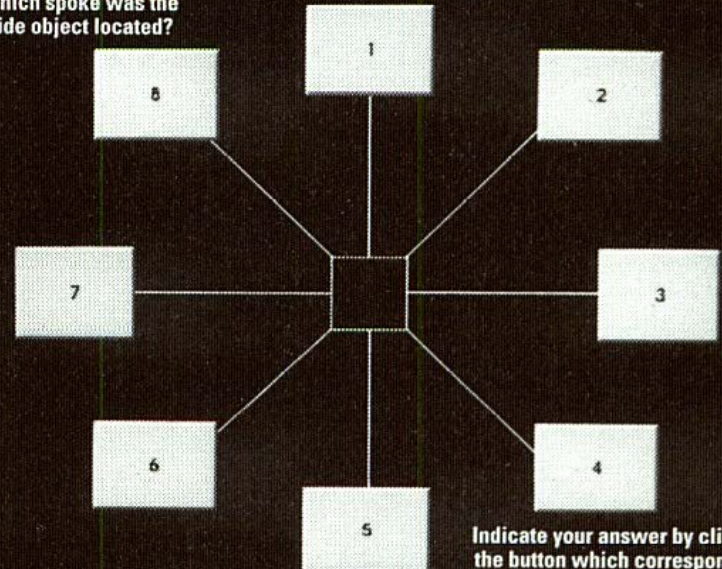
Touch continue for a demonstration



After each presentation you  
will be asked two questions.  
Which object was inside the white box?



On which spoke was the  
outside object located?



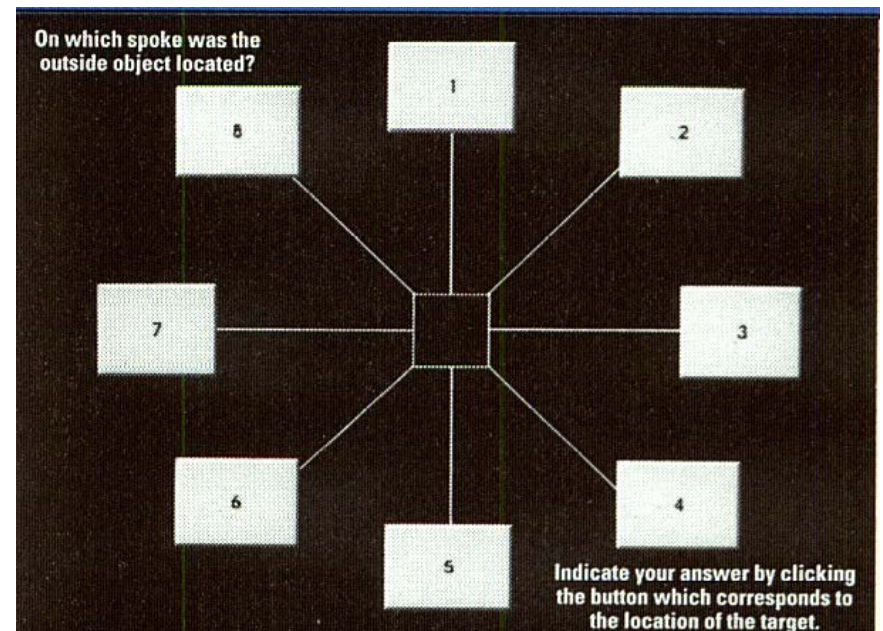
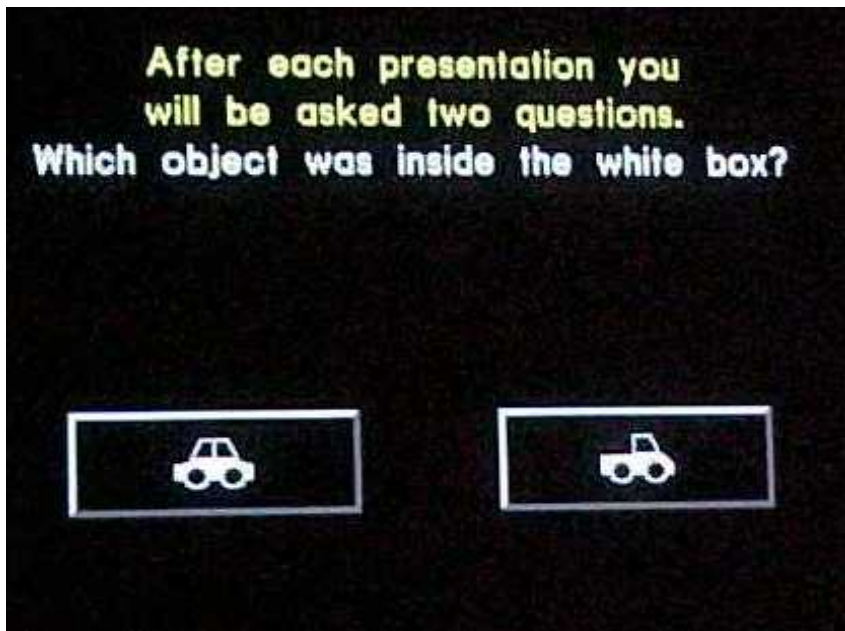
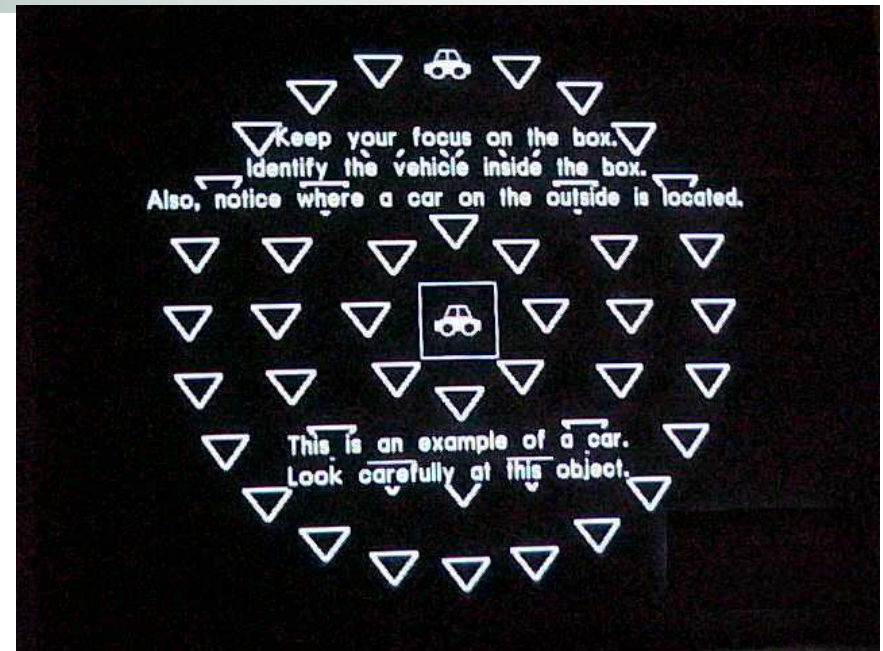
Indicate your answer by clicking  
the button which corresponds to  
the location of the target.



## Welcome to UFOV Test 3

This exercise will measure how fast you can divide your attention between two objects when the outside object is surrounded by clutter.

Touch continue for a demonstration





# UFOV predice la implicación en accidentes de tráfico en conductores mayores

- Los conductores mayores con un deterioro del 40% o más en el campo de visión útil (UFOV) tienen 2.2 veces más probabilidades de incurrir en un choque en los próximos tres años que otros conductores.

Owsley, Ball, McGwin, et al. (1998). *Visual Processing Impairment and Risk of Motor Vehicle Crash Among Older Adults*, JAMA, 279, 1083-1088





# MUCHAS GRACIAS